

FIBER TYPE TUNABLE FILTER

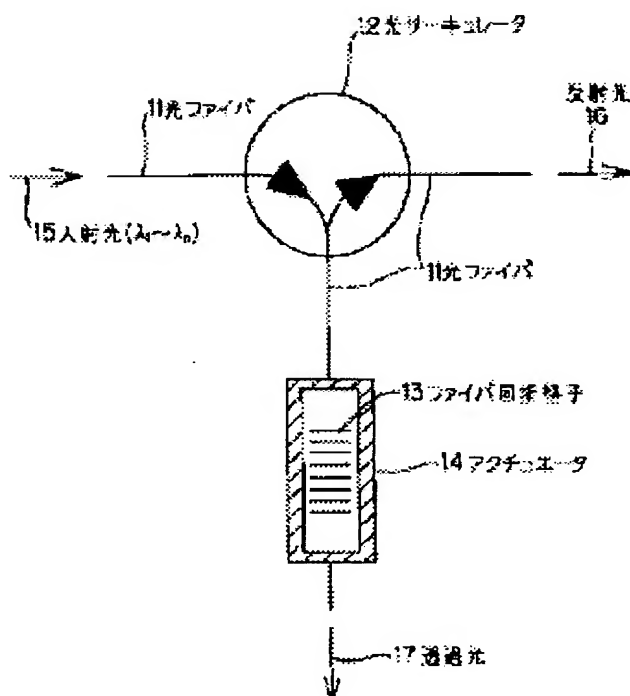
Patent number: JP10253829
 Publication date: 1998-09-25
 Inventor: WAKABAYASHI SHINICHI; TAKEUCHI YOSHINORI
 Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
 Classification:
 - international: G02B6/00; G02B5/18
 - european:
 Application number: JP19970054681 19970310
 Priority number(s):

Report a data error here

Abstract of JP10253829

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fiber type tunable filter of high stability and high reliability having high tuning speed.

SOLUTION: An actuator 14 is laid for applying a tensile force or a compressive force to a fiber diffraction grating 13 provided at the intermediate position of an optical fiber 11. Furthermore, incident light 15 having a plurality of types of wavelength has specific wavelength reflected with the diffraction grating 13 via an optical circulator 12, resulting in outgoing reflected light 16. When a tensile force is applied from the actuator 14 to the diffraction grating 13, the refractive index thereof changes, and light of another wavelength is emitted as the reflected light 16. The actuator 14 may be piezoelectric type, electromagnetic type, a micrometer or the like.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-253829

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月25日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 6/00
5/18

識別記号

3 0 6

F I

G 0 2 B 6/00
5/18

3 0 6

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-54681

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月10日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 若 林 信 一

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 武 内 喜 則

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

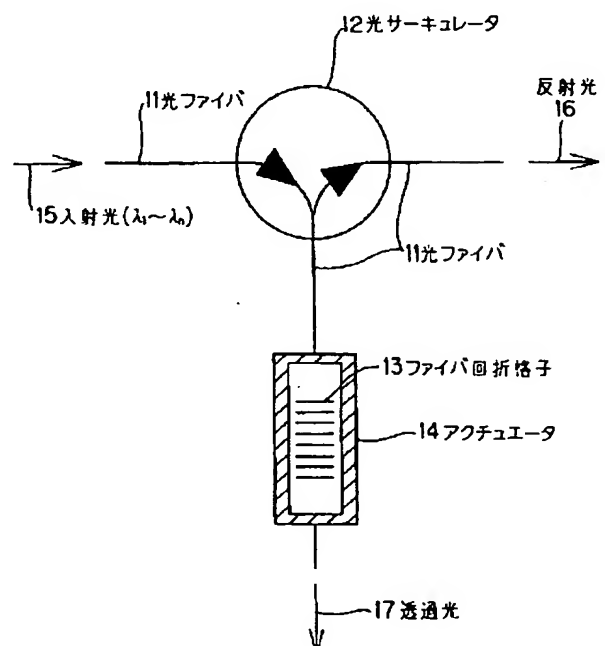
(74) 代理人 弁理士 藤合 正博

(54) 【発明の名称】 ファイバ型波長可変フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 高安定、高信頼性でチューニング速度の速いファイバ型波長可変フィルタを提供すること。

【解決手段】 光ファイバ11の途中に設けられたファイバ回折格子13に張力または圧縮力を加えるアクチュエータ14を設ける。複数波長を持つ入射光15は、光サーキュレータ12を経由して回折格子13によって特定の波長が反射され、反射光16として出射される。回折格子13にアクチュエータ14により張力を加えると、回折格子13の屈折率が変化し、別の波長の光が反射光16として出射される。アクチュエータ14として、圧電式、電磁式、マイクロメータ等が使用できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コアまたはクラッド中に屈折率の周期構造を持ちフィルタ特性を有する光ファイバと、前記周期構造を持つ光ファイバの屈折率分布を、光ファイバに張力または圧縮力を加えることにより制御する手段と、前記光ファイバへの光の入出力部とを備えたファイバ型波長可変フィルタ。

【請求項2】 光ファイバの屈折率分布を制御する手段として、円筒型の圧電アクチュエータによって光ファイバの光軸方向への張力または圧縮力を加える機構を備えた請求項1記載のファイバ型波長可変フィルタ。

【請求項3】 光ファイバの屈折率分布を制御する手段として、光ファイバ周囲に接触する円筒状の圧電アクチュエータにより、光ファイバの光軸方向に対して垂直方向に光ファイバの周囲から中心方向への圧縮力を加える機構を備えた請求項1記載のファイバ型波長可変フィルタ。

【請求項4】 光ファイバの屈折率分布を制御する手段として、屈折率の周期構造のピッチと同じ周期の凹凸構造をもつ円筒状の圧電アクチュエータにより、光ファイバの光軸方向に対して垂直方向に光ファイバの周囲から中心方向への圧縮力を加える機構を備えた請求項1記載のファイバ型波長可変フィルタ。

【請求項5】 光ファイバの屈折率分布を制御する手段として、マイクロメータまたはリニアアクチュエータを用いた微動機構によりファイバの両端を引っ張る構造を備えた請求項1記載のファイバ型波長可変フィルタ。

【請求項6】 光ファイバの屈折率分布を制御する手段として、電磁石を有するフェルールに光ファイバを接着し、前記フェルールを電磁誘導による可動機構により光ファイバを引っ張る構造を備えた請求項1記載のファイバ型波長可変フィルタ。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、波長可変フィルタに関し、特に光通信、光情報処理、光計測等の分野で好適に用いられるファイバ型波長可変フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、光ファイバ通信システムの大容量化に伴い、波長多重方式によるシステム構築が検討されているが、複数の波長を用いて光伝送を行う際に、特定（所望）の波長を弁別するための光フィルタ（光チューナ）が必要となる。

【0003】従来の波長可変フィルタは、平面ガラス上に形成したグレーティングや誘電体多層膜などを機械的に回転または移動させて反射波長を変化させているものや、ファイバエタロンビエゾによるギャップ制御により同様に反射波長を変化させるものなどがある。いずれの場合も光ファイバから一旦光を自由空間へ出す必要があり、挿入損失が大きくなることや、機械的安定性に欠け

るという欠点がある。

【0004】光ファイバ中へ回折格子を形成する方法は、特開昭62-500052号公報等に開示されているが、加工したファイバに張力を負荷し、軸方向の伸びを与えると、回折格子のピッチが変化するため、反射特性が張力に対しほぼリニアに変化することが報告されている（レーザー研究 第23巻第10号、68～77頁）。

【0005】また、ファイバ型波長フィルタとしては、特開平5-188222号公報に開示されているものが知られている。このファイバ型波長フィルタの構成を図7に示す。光ファイバ素線71の所定の部分についてクラッド72を除去し、クラッド72を除去したコア73に、周期構造である回折格子74を同心円状に形成する。次いで光を吸収しない被覆材76で回折格子74を覆い、先に除去したクラッド72の部分埋める。同時に被覆材76の周辺に円筒状のヒータ75を同心円状に配置する。ヒータ75による加熱を調整することで、波長フィルタの透過阻止域の中心波長を変化させることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ファイバ型波長フィルタにおける透過阻止域の中心波長を変変とするためには、回折格子の周期 Λ またはコア部の屈折率 n_c を変化にする必要があり、従来例に示す方式では、温度による屈折率変化を行う。しかしながら、この方式によるファイバ型波長フィルタでは、温度による屈折率変化を行わせているため、変化速度が遅く、安定するまでの時間を必要とし、また回折格子の形成に際しクラッド部分を除去しているため、機械的な安定性や信頼性に欠けるという欠点を有する。

【0007】本発明は、かかる点に鑑み、光通信に用いられる高安定、高信頼性を有し、チューニング速度の速いファイバ型波長可変フィルタを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のファイバ型波長可変フィルタは、光ファイバ中に設けられた回折格子に、圧電アクチュエータまたはマイクロメータまたは電磁式のアクチュエータ等により張力または圧縮力を加えるようにしたものであり、これにより、回折格子の周期間隔を変変とする高安定、高信頼性、そしてチューニング速度の速いファイバ型波長可変フィルタを実現することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】請求項1に記載した発明は、コアまたはクラッド中に屈折率の周期構造を持ちフィルタ特性を有する光ファイバと、前記周期構造を持つ光ファイバの屈折率分布を、光ファイバに張力または圧縮力を加えることにより制御する手段と、前記光ファイバへの光

の入出力部とを備えたファイバ型波長可変フィルタであり、複数の波長成分を持つ信号光のうち、所望の波長成分を持つ信号光のみを出力させる作用を有する。

【0010】請求項2に記載した発明は、光ファイバの屈折率分布を制御する手段として、円筒型の圧電アクチュエータによって光ファイバの光軸方向への張力または圧縮力を加える機構を備えたファイバ型波長可変フィルタであり、請求項1に記載した発明と同様に、複数の波長成分を持つ信号光のうち、所望の波長成分を持つ信号光のみを出力させる作用を有する。

【0011】請求項3に記載した発明は、光ファイバの屈折率分布を制御する手段として、光ファイバ周囲に接触する円筒状の圧電アクチュエータにより、光ファイバの光軸方向に対して垂直方向に光ファイバの周囲から中心方向への圧縮力を加える機構を備えたファイバ型波長可変フィルタであり、請求項1に記載した発明と同様に、複数の波長成分を持つ信号光のうち、所望の波長成分を持つ信号光のみを出力させる作用を有する。

【0012】請求項4に記載した発明は、光ファイバの屈折率分布を制御する手段として、屈折率の周期構造のピッチと同じ周期の凹凸構造をもつ円筒状の圧電アクチュエータにより、光ファイバの光軸方向に対して垂直方向に光ファイバの周囲から中心方向への圧縮力を加える機構を備えたファイバ型波長可変フィルタであり、請求項1に記載した発明と同様に、複数の波長成分を持つ信号光のうち、所望の波長成分を持つ信号光のみを出力させる作用を有する。

【0013】請求項5に記載した発明は、光ファイバの屈折率分布を制御する手段として、マイクロメータまたはリニアアクチュエータを用いた微動機構によりファイバの両端を引っ張る構造を備えたファイバ型波長可変フィルタであり、請求項1に記載した発明と同様に、複数の波長成分を持つ信号光のうち、所望の波長成分を持つ信号光のみを出力させる作用を有する。

【0014】請求項6に記載した発明は、光ファイバの屈折率分布を制御する手段として、電磁石を有するフェルールに光ファイバを接着し、前記フェルールを電磁誘導による可動機構により光ファイバを引っ張る構造を備えたファイバ型波長可変フィルタであり、請求項1に記載した発明と同様に、複数の波長成分を持つ信号光のうち、所望の波長成分を持つ信号光のみを出力させる作用を有する。

【0015】以下、本発明の各実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明をする。

(実施の形態1) 図1は本発明の第1の実施の形態におけるファイバ型波長可変フィルタの全体構成の概略を示している。図1において、11は光ファイバであり、この光ファイバ11に結合された光サーキュレータ12の一つの端子にファイバ回折格子13が結合されており、このファイバ回折格子13には張力が印加できるように

アクチュエータ14が固定されている。張力を印加する前の状態でのファイバ回折格子13のブラッグ反射波長を λ_B とする。

【0016】複数の波長を持つ入射光15は、光サーキュレータ12を通り、ファイバ回折格子13へ入射する。ファイバ回折格子13が形成されている光ファイバの両端をアクチュエータ14に固定する。アクチュエータ14は、光ファイバ11の軸方向へ伸張するように形状変化する機能を有している。複数の入射光15のうち、ファイバ回折格子13を通過した光は透過光17となり、一方ファイバ回折格子13で反射した光は反射光16となる。

【0017】以上のような構成において、以下その光チューニング動作について説明する。複数波長($\lambda_1 \sim \lambda_n$)を持つ入射光15は、光サーキュレータ12へ導かれ、再度出射して回折格子13まで到達する。ファイバ回折格子13に張力が印加されていない状態では、波長 λ_B の光のみが反射され、再度光サーキュレータ12へ戻り、反射光16として出射される。ここで、アクチュエータ14によりファイバ回折格子13に張力を加えると、ファイバ回折格子13に屈折率変化が生じ、ブラッグ反射波長が λ_B から λ_k へ変化($\lambda_k > \lambda_B$)する。すると波長 λ_B の光の代わりに波長 λ_k の光が反射されるようになり、再度光サーキュレータ12へ戻り、反射光16となって出射される。 λ_k 以外の波長成分はそのまま透過光17として出射する。アクチュエータ14に印加する電圧の大きさを制御し、加える張力を調整すれば、ブラッグ反射波長 λ_k の値を連続的に変化させることが可能である。

【0018】このように、本実施の形態1によれば、アクチュエータ14によりファイバ回折格子13に張力を加えることで、波長のチューニング動作が行え、回折格子の周期間隔を可変とするチューニング速度の速いファイバ型波長可変フィルタを実現することができ、従来例に示した温度制御による方法に比べ、高安定、高信頼性という特性向上が図れる。

【0019】(実施の形態2) 図2は本発明の第2の実施の形態におけるファイバ型波長可変フィルタの全体構成を示している。図2において、21は光ファイバであり、この光ファイバ21に結合された3端子の光サーキュレータ22の一つの端子No. 2に光ファイバ中に形成されたファイバ回折格子23が結合されている。また、各光ファイバ21はコネクタ24を介して接続される。ファイバ回折格子23には、ファイバ回折格子23へ張力を印加できるように圧電アクチュエータ25が結合され、張力を印加する前の状態でのファイバ回折格子23のブラッグ反射波長を λ_B とする。

【0020】光の入出力部分となる光ファイバ21へ導入された複数の波長を持つ入射光26は、光サーキュレータ22のNo. 1端子へ導かれ、No. 2端子からコ

ネクタ24を介してファイバ回折格子23へ入射する。今、ファイバ回折格子23が形成されている光ファイバ21の両端を圧電アクチュエータ25の両端にそれぞれ固定する。圧電アクチュエータ25は円筒空洞形状で、電圧を印加したとき光ファイバの軸方向へ伸張するように形状変化するものとする。ファイバ回折格子23を通過した光は透過光28となり、一方ファイバ回折格子23で反射した光は、光サーキュレータ22のNo. 3端子から光ファイバ21、コネクタ24を介して反射光27となる。

【0021】以上のような構成において、以下その光チューニング動作について説明をする。複数波長($\lambda_1 \sim \lambda_n$)を持つ入射光26は、光ファイバ21を介してNo. 1端子から光サーキュレータ22へ導かれ、No. 2端子から出射し、光ファイバ21を介してコネクタ24からファイバ回折格子23まで到達する。ファイバ回折格子23に張力が印加されていない状態では、波長 λ_B の光のみが反射され、No. 2端子から再度光サーキュレータ22へ戻り、No. 3端子から反射光27として出射される。ここで、圧電アクチュエータ25に電圧を印加し、ファイバ回折格子23に張力を加えると、ファイバ回折格子に屈折率変化が生じ、ブラッグ反射波長が λ_B から λ_k へ変化($\lambda_k > \lambda_B$)する。したがって入射光26のうち、波長 λ_B の光の代わりに波長 λ_k の光が反射され、No. 2端子から再度光サーキュレータ22へ戻り、No. 3端子から光ファイバ21を介してコネクタ24より反射光27となって出射される。 λ_k 以外の波長成分はそのまま透過光28として出射する。圧電アクチュエータ25に印加する電圧の大きさを制御し、加える張力を調整すれば、ブラッグ反射波長 λ_k の値を連続的に変化させることが可能である。

【0022】このように、本実施の形態2によれば、圧電アクチュエータ25に電圧を印加し、ファイバ回折格子23に張力を加えることで、波長のチューニング動作が行え、回折格子の周期間隔を可変とするチューニング速度の速いファイバ型波長可変フィルタを実現することができ、従来例に示した温度制御による方法に比べ、高安定、高信頼性という特性向上が図れる。

【0023】なお、円筒空洞形状の圧電アクチュエータ25の構成は、複数の円筒型圧電アクチュエータの直列接続による構成としてもよい。

【0024】(実施の形態3) 図3は本発明の第3の実施の形態におけるファイバ型波長可変フィルタのファイバ回折格子への圧縮力印加部の構成を示す。図3(a)において、光ファイバコア31、光ファイバクラッド32からなる光ファイバ30には、ファイバ回折格子33が形成されている。光ファイバ30の周囲には、光ファイバ30の周囲に接触して光軸方向に対して垂直方向に光ファイバ30の周囲から中心方向への圧縮力を加える円筒状の圧電アクチュエータ34が配置されている。ま

た、図3(b)では、円筒状の圧電アクチュエータ34に接触する光ファイバクラッド32の部分をも削って光ファイバクラッド除去部35とし、光ファイバ全体の直径を細くした構成としている。

【0025】以上のような構成において、以下その光チューニング動作について説明する。図3(a)、(b)ともに動作は同様であり、ここでは図3(a)を用いて説明する。圧電アクチュエータ34に電圧を印加し、光軸方向に対して垂直方向に光ファイバ30の周囲から中心方向への圧縮力を加えると、光ファイバ30は軸方向へ応力が加えられ、ファイバ回折格子33に屈折率変化が生じ、伸張前に対しブラッグ反射波長が λ_B から λ_k へ変化($\lambda_k > \lambda_B$)する。したがって、入射光のうち、波長 λ_B の光の代わりに波長 λ_k の光が反射されるようになり、圧電アクチュエータ34に印加する電圧の大きさを制御し、加える圧縮力を調整すれば、ブラッグ反射波長 λ_k の値を連続的に変化させることが可能である。

【0026】このように、本実施の形態3によれば、圧電アクチュエータ34に電圧を印加し、ファイバ回折格子33に光軸方向に対して垂直方向に中心部に向けて張力を加えることで、波長のチューニング動作が行え、回折格子の周期間隔を可変とするチューニング速度の速いファイバ型波長可変フィルタを実現することができ、従来例に示した温度制御による方法に比べ、高安定、高信頼性という特性向上が図れる。

【0027】なお、図3(b)に示す光ファイバ全体の直径を細くした構成であっても、上記構成により同様な回折格子の周期間隔を可変とするチューニング速度の速いファイバ型波長可変フィルタを実現することができ

る。

【0028】(実施の形態4) 図4は本発明の第4の実施の実施におけるファイバ型波長可変フィルタの光ファイバへの圧縮力印加部の構成を示す。図4(a)において、光ファイバコア41、光ファイバクラッド42からなる光ファイバ40の周囲には、光ファイバ40の周囲に接触して光軸方向に対して垂直方向に光ファイバ40の周囲から中心方向への圧縮力を加える円筒状の圧電アクチュエータ43が配置されている。圧電アクチュエータ43は、光ファイバ40との接触面に周期 Λ の凹凸構造を持つ。もし波長 $1.55 \mu\text{m}$ 付近の光を反射させる設計であれば、光ファイバコア41の屈折率は1.47であるので、凹凸構造の周期 Λ は $0.53 \mu\text{m}$ と設定する。また、図4(b)では、圧電アクチュエータ44の凹凸構造を図のような鋸歯形状とする構成としている。また、図4(c)では、圧電アクチュエータ43に接触する光ファイバクラッド42の部分をも削って光ファイバ全体の直径を細くした構成としている。

【0029】以上のような構成において、以下その光チューニング動作について説明をする。図4(a)

(b)、(c)の動作は同様であり、ここでは図4(a)を用いて説明する。圧電アクチュエータ43に電圧を印加し、光軸方向に対して垂直方向に光ファイバ40の周囲から中心方向への圧縮力を加えると、光ファイバコア41に屈折率変化が生じ、ブラッグ反射波長が λ_B であるファイバ回折格子が形成される。さらに電圧を印加し圧縮力を大きくすると、光ファイバ40が伸張しブラッグ反射波長が λ_B から λ_k へ変化($\lambda_k > \lambda_B$)する。したがって、圧電アクチュエータ43に印加する電圧の大きさを制御し、加える圧縮力を調整すれば、回折格子の形成とそのブラッグ反射波長 λ_k の値を連続的に変化させることが可能である。

【0030】このように、本実施の形態4によれば、圧電アクチュエータ44に電圧を印加し、光ファイバ40に光軸方向に対して垂直方向に中心部に向けて張力を加えることで、波長のチューニング動作が行え、回折格子の周期間隔を可変とするチューニング速度の速いファイバ型波長可変フィルタを実現することができ、従来例に示した温度制御による方法に比べ、高安定、高信頼性という特性向上が図れる。

【0031】なお、図4(b)に示す凹凸構造がの鋸歯形状である圧電アクチュエータ44とする構成であっても、上記構成により同様な回折格子の周期間隔を可変とするチューニング速度の速いファイバ型波長可変フィルタを実現することができる。

【0032】また、図4(c)に示す光ファイバ全体の直径を細くした構成であっても、上記構成により同様な回折格子の周期間隔を可変とするチューニング速度の速いファイバ型波長可変フィルタを実現することができる。

【0033】(実施の形態5)図5は本発明の第5の実施の形態におけるファイバ型波長可変フィルタのファイバ回折格子への張力印加部の構成を示す。図5において、光ファイバコア51、光ファイバクラッド52からなる光ファイバ50にファイバ回折格子53が形成されている。ファイバ回折格子53が形成されている光ファイバクラッド52の両端部分には、それぞれフェルール54が接着剤55で固定されている。一方のフェルール54にはガイドA56が固定され、他方のフェルール54にはガイドB57が固定され、このガイドB57にガイドA56へ力を加えるためのマイクロメータ58が取り付けられている。

【0034】以上のような構成において、以下その光チューニング動作について説明をする。マイクロメータ58によりガイドA57を押すと、2つのフェルール54に力がかかり、光ファイバ50に張力が印加され、光ファイバ50は軸方向へ伸張し、ファイバ回折格子53に屈折率変化が生じ、伸張前に対しブラッグ反射波長が λ_B から λ_k へ変化($\lambda_k > \lambda_B$)する。したがって、入射光のうち波長 λ_B の光の代わりに波長 λ_k の光が反射

されるようになり、マイクロメータ58の目盛りの大きさを制御し、加える力を調整することにより張力が変化し、ブラッグ反射波長 λ_k の値を連続的に変化させることが可能である。なお、このフェルール54および接着剤55は、ファイバ回折格子53に張力を印加するためのもので、ファイバ自身が伸張する程度の強度に対して変形しないものである。

【0035】このように、本実施の形態5によれば、マイクロメータ58を用いた微動機構により光ファイバ50の両端を引っ張ってファイバ回折格子53に張力を加えることで、波長のチューニング動作が行え、回折格子の周期間隔を可変とするチューニング速度の速いファイバ型波長可変フィルタを実現することができ、従来例に示した温度制御による方法に比べ、高安定、高信頼性という特性向上が図れる。

【0036】(実施の形態6)図6は本発明の第6の実施の形態におけるファイバ型波長可変フィルタのファイバ回折格子への張力印加部を示す。図6において、光ファイバコア61、光ファイバクラッド62からなる光ファイバ60にファイバ回折格子63が形成されている。ファイバ回折格子63が形成されている光ファイバクラッド62の両端部分には、それぞれフェルール64が接着剤65で固定されている。一方のフェルール64にはガイド磁石A66が固定され、他方のフェルール64にはガイド磁石B67が固定され、ガイド磁石A66とB67との間には、これらに電磁誘導により張力を加えるためのコイル68を巻いた鉄心69が配置され、コイル68には電源70が接続されている。

【0037】以上のような構成において、以下その光チューニング動作について説明をする。コイル68に電源70を用いて電流を流し、磁界を発生させる。ガイド磁石A66、ガイド磁石B67をそれぞれ斥力が生じるように磁石の極を配置しておく。斥力によりガイド磁石A67が押されると、それぞれのフェルール64に力がかかり、光ファイバ60に張力が印加される。これにより、光ファイバ60は軸方向へ伸張し、ファイバ回折格子63に屈折率変化が生じ、伸張前に対しブラッグ反射波長が λ_B から λ_k へ変化($\lambda_k > \lambda_B$)する。したがって、入射光のうち波長 λ_B の光の代わりに波長 λ_k の光が反射されるようになり、コイル68へ流す電流の大きさを制御し、斥力を調整することにより張力が変化し、ブラッグ反射波長 λ_k の値を連続的に変化させることが可能である。なお、このフェルール64および接着剤65は、ファイバ回折格子63に張力を印加するためのもので、ファイバ自身が伸張する程度の強度に対して変形しないものである。

【0038】このように、本実施の形態6によれば、電磁石の電磁誘導による可動機構により光ファイバ6の両端を引っ張ってファイバ回折格子63に張力を加えることで、波長のチューニング動作が行え、回折格子の周期

間隔を可変とするチューニング速度の速いファイバ型波長可変フィルタを実現することができ、従来例に示した温度制御による方法に比べ、高安定、高信頼性という特性向上が図れる。

【0039】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、ファイバ回折格子の周期間隔を可変とする高安定、高信頼性、そしてチューニング速度の速いファイバ型波長可変フィルタを実現することができる。このため、光ファイバ通信システムの高速化・長距離化・大容量化を可能とする光チューナーを提供することができ、その実用的効果は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態におけるファイバ型波長可変フィルタの全体構成を示す模式図

【図2】本発明の第2の実施の形態におけるファイバ型波長可変フィルタの全体構成をしめす模式図

【図3】本発明の第3の実施の形態におけるファイバ型波長可変フィルタの概略断面図

【図4】本発明の第4の実施の形態におけるファイバ型波長可変フィルタの概略断面図

【図5】本発明の第5の実施の形態におけるファイバ型波長可変フィルタの概略断面図

【図6】本発明の第6の実施の形態におけるファイバ型波長可変フィルタの概略断面図

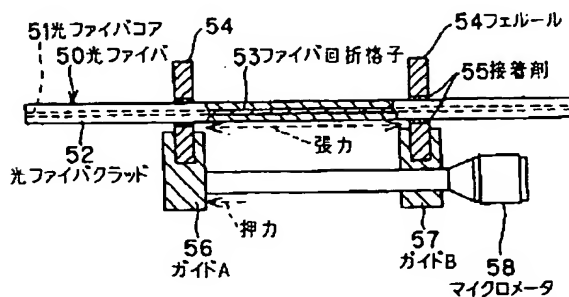
【図7】従来例におけるファイバ型波長可変フィルタの概略断面図

【符号の説明】

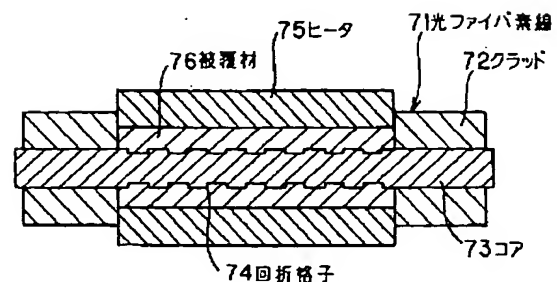
- 11 光ファイバ
- 12 光サーキュレータ
- 13 ファイバ回折格子
- 14 アクチュエータ
- 15 入射光
- 16 反射光
- 17 透過光
- 21 光ファイバ
- 22 光サーキュレータ
- 23 ファイバ回折格子

- 24 コネクタ
- 25 圧電アクチュエータ
- 26 入射光
- 27 反射光
- 28 透過光
- 30 光ファイバ
- 31 光ファイバコア
- 32 光ファイバクラッド
- 33 ファイバ回折格子
- 34 圧電アクチュエータ
- 35 光ファイバクラッド除去部
- 40 光ファイバ
- 41 光ファイバコア
- 42 光ファイバクラッド
- 43 圧電アクチュエータ
- 44 圧電アクチュエータ
- 45 光ファイバクラッド除去部
- 50 光ファイバ
- 51 光ファイバコア
- 52 光ファイバクラッド
- 53 ファイバ回折格子
- 54 フェルール
- 55 接着剤
- 56 ガイドA
- 57 ガイドB
- 58 マイクロメータ
- 60 光ファイバ
- 61 光ファイバコア
- 62 光ファイバクラッド
- 63 ファイバ回折格子
- 64 フェルール
- 65 接着剤
- 66 ガイド磁石A
- 67 ガイド磁石B
- 68 コイル
- 69 鉄心
- 70 電源

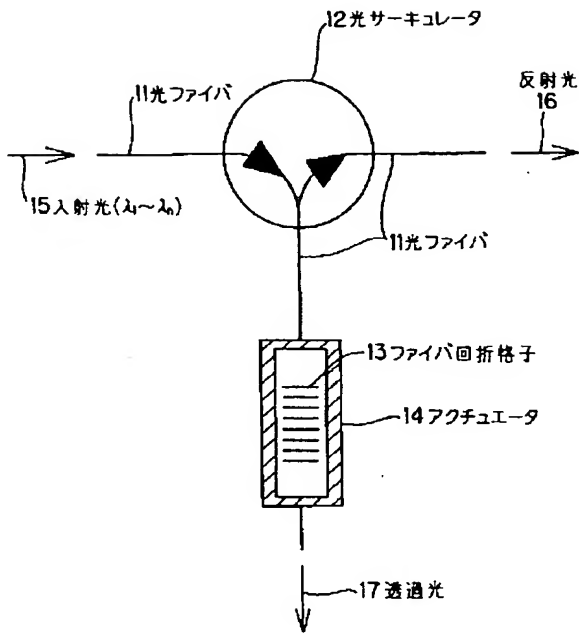
【図5】



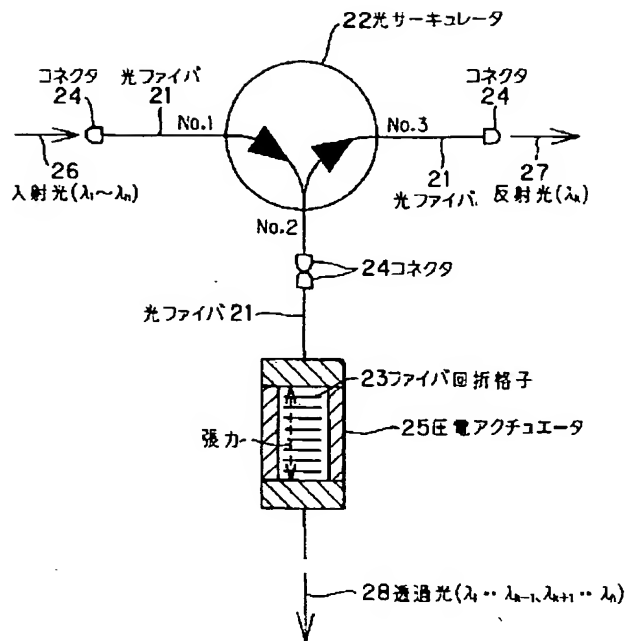
【図7】



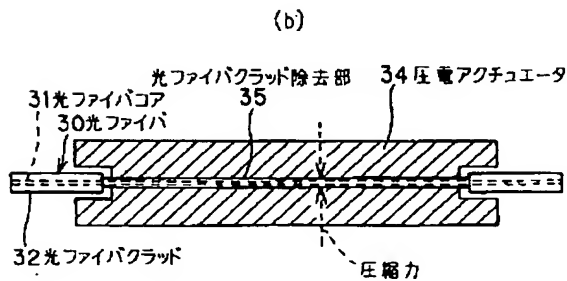
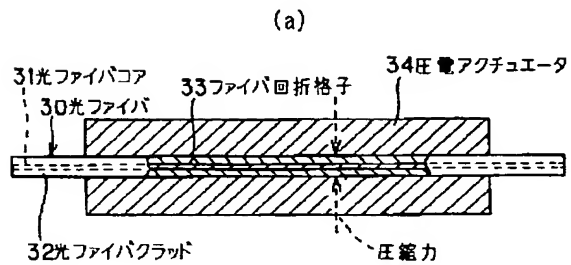
【図1】



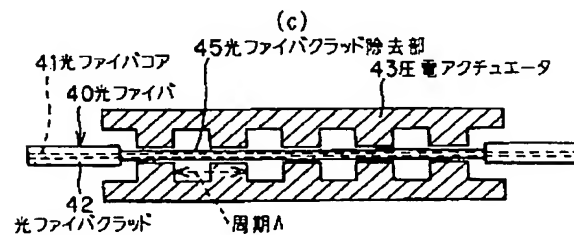
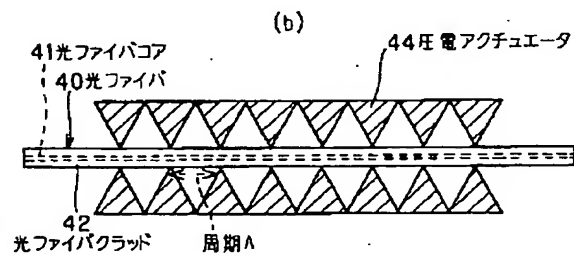
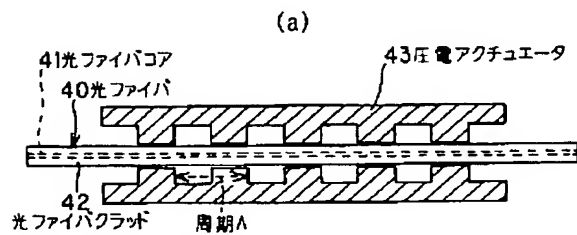
【図2】



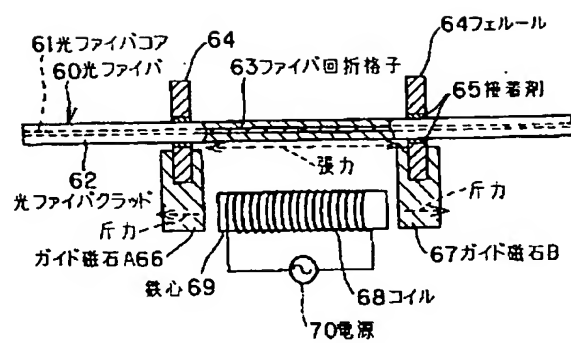
【図3】



【図4】



【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.